Zur Kenntnis der Stoffwechseländerungen bei geotropischer Reizung

(I. Mitteilung)

von

V. Grafe und K. Linsbauer.

Aus dem pflanzenphysiologischen Institute der k. k. Wiener Universität.

(Vorgelegt in der Sitzung am 13. Mai 1909.)

Die Entdeckung von Stoffwechseländerungen bei tropistischer Reizung durch F. Czapek[1] ließ einen entscheidenden Einfluß auf die Entwicklung der Reizphysiologie erwarten, insofern als eine Verknüpfung dieser Disziplin mit der chemischen Physiologie eine tiefere Einsicht in die Mechanik der Reizerscheinungen anzubahnen schien. Czapek selbst hat bereits eine ganze Reihe von Fragen mit Hilfe der von ihm geschaffenen Methode zu beantworten gesucht. Wir hatten gleichfalls die Absicht, seine Methode zur Lösung einiger anderer wichtiger Probleme heranzuziehen.

Unsere Arbeit wurde durch eine aus dem Legate Scholz verliehene Subvention der kaiserl. Akademie der Wissenschaften in Wien ermöglicht, wofür wir uns an dieser Stelle unseren ergebensten Dank auszusprechen gestatten. Zu besonderem Danke sind wir auch Herrn Hofrat Prof. J. Wiesner verpflichtet, welcher unsere Arbeit stets in jeder Beziehung förderte.

Wir mußten uns zunächst von der Brauchbarkeit der Czapek'schen Methode für unsere speziellen Zwecke überzeugen und beschlossen daher vorerst, die Befunde über die

---

[1] F. Czapek und R. Bertel, Oxydative Stoffwechselvorgänge bei pflanzl. Reizreaktionen. (I. Abhandlung.) Pringsh. Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. XLIII (1906), p. 361.

Zunahme der reduzierenden Substanz bei der geotropischen Reizung einer Nachuntersuchung zu unterziehen. Wir hatten, nachdem unsere Versuche bereits ihren vorläufigen Abschluß gefunden haben, nicht die Absicht, die erhaltenen Ergebnisse zu veröffentlichen, um so weniger als unsere Arbeit inzwischen eine wesentlich andere Richtung genommen hat und andere Versuchsmethoden in den Vordergrund traten. Durch die eben erschienene Untersuchung von W. Grottian[1] sehen wir uns jedoch veranlaßt, auch unsere Versuche in Kürze zu publizieren, da sie vielleicht auch als Ergänzung derselben nicht ohne Interesse sind.

Wir beschränkten unsere vorläufige Untersuchung auf die Frage, ob und in welchem Maße sich bei der geotropischen Reizung der Keimwurzel eine Vermehrung des Gehaltes an reduzierenden Substanzen einstellt. Ob hiebei Homogentisinsäure eine Rolle spielt, war für uns nur von sekundärem Interesse und wurde daher nicht untersucht; Raciborski[2] sowie Schulze und Castoro[3] (vergl. auch Gonnermann[4]) haben jedenfalls das Auftreten derselben entschieden bestritten.

Bezüglich der Versuchsmethode zur direkten quantitativen Ermittlung der reduzierenden Substanz hielten wir uns strenge an die Angaben Czapek's; trotzdem halten wir es für angezeigt, die in Anwendung gebrachte Methode hier in Kürze mitzuteilen.

Zu unseren Versuchen benützten wir hauptsächlich das auch von Czapek bevorzugte Material, Keimwurzeln von *Lupinus albus,* von dem uns vorzügliches Saatgut zur Ver-

---

[1] W. Grottian, Beitrg. zur Kenntnis d. Geotropism. Beih. z. Bot. Zentralbl., Bd. XXIV/I, p. 255.

[2] M. Raciborski, Extr. du Bull. de l'Acad. d. sc. d. Cracovie, 1906.

[3] E. Schulze und N. Castoro; Bildet sich Homogentisinsäure beim Abbau des Tyrosins in Keimpflanzen? Zeitschr. f. physiolog. Chemie, 48. Bd., (1906). Ferner E. Schulze: Ist die bei Luftzutritt eintretende Dunkelfärbung des Rübensaftes durch einen Tyrosin- und Homogentisinsäuregehalt dieses Saftes bedingt? Ebendas., Bd. 50 (1907).

[4] M. Gonnermann, Zur Dunkelfärbung der Rübensäfte. Zeitschr. d. Vereines der deutschen Zuckerindustrie, Bd. 56, techn. Teil, p. 1068 (1907). Grafe V., Über die Dunkelfärbung von Rübensäften. Öst.-ung. Zeitschr. f. Zuckerindustrie und Landwirtschaft, Heft 1 (1908).

fügung stand. Wir legten Gewicht auf Material verschiedener Provenienz und bezogen es daher zum Teil aus den Samenhandlungen von Haage und Schmidt in Erfurt und Wieschnitzky und Klauser in Wien, zum Teil aus der Wiener Samenkontrollstation, deren Leiter, Herrn Hofrat Dr. R. v. Weinzierl, wir hiefür zu wärmstem Danke verpflichtet sind. Selbstredend wurden zusammengehörige Versuche immer mit Material derselben Provenienz durchgeführt. Einige Versuche führten wir mit einer großsamigen Rasse von *Vicia Faba* aus, welche gleichfalls obigen Samenhandlungen entstammte.

Die Anzucht erfolgte stets in harten, gesiebten Sägespänen in tönernen Keimschalen, in welchen zumeist auch die geotropische Induktion vorgenommen wurde. Im Warmhause des Institutes erzielten wir tadellos reagierende, gerade Wurzeln, während in einem anderen Raume die Lupinen meist einen großen Prozentsatz verkrümmter und auffallend schmächtiger Wurzeln aufwiesen. Die Hypokotyle waren in diesem Falle mächtig angeschwollen, zweifellos eine Wirkung der »Laboratoriumsluft«. Obwohl Versuche, welche mit diesem Material durchgeführt wurden, keine wesentlich differenten Ergebnisse gegenüber normalen Wurzeln erkennen ließen, hielten wir uns doch fast ausschließlich an das im Warmhause kultivierte Material. Die Dauer der geotropischen Induktion wurde zumeist auf 20 bis 30 Minuten ausgedehnt, so daß sich von vornherein eine verhältnismäßig beträchtliche Anhäufung der reduzierenden Substanz erwarten ließ. Die Dekapitation der in lateraler Stellung gereizten Wurzeln wurde möglichst schnell durchgeführt, indem einer von uns die Operation vollzog, während ein anderer die Keimlinge zureichte. Die Wurzeln wurden zu diesem Zwecke entweder auf gereinigten Glasplatten mit dem Skalpell abgeschnitten oder — diese Methode wurde im Anschluß an Czapek in Anwendung gebracht — mit einer scharfen Schere dekapitiert und die abgeschnittenen Wurzelspitzen unmittelbar in eine Reibschale übertragen, so daß ein etwaiger Substanzverlust auf ein Minimum reduziert war. Vergleichsweise wurden einige Versuche in der Weise durchgeführt, daß die Reizung der aus der Sägespänen entnommenen Wurzeln zwischen sehr feuchtem, beziehungsweise relativ

trockenem Filterpapier vorgenommen wurde; aber auch in diesem Falle erhielten wir keine irgend in Betracht kommenden Differenzen.

Die dekapitierten Wurzeln wurden nach Zusatz von reinstem Glasstaub mit wenig Wasser so lange verrieben, bis der dünnflüssige Brei völlig homogene Beschaffenheit zeigte. Als zweckmäßig hat es sich erwiesen, die Wurzeln zunächst ganz ohne Wasserzusatz mit Glasstaub vermengt zu zerquetschen, weil es sonst leicht geschieht, daß einzelne aufschwimmen und sich nicht mehr vollständig zerreiben lassen. Der homogene Brei wurde quantitativ in ein 25 cm^3 Meßkölbchen gebracht, gut durchgeschüttelt und sofort an der Saugpumpe filtriert. Die Filter, welche durchwegs Verwendung fanden, waren Schleicher-Schüll'sche Blaubandfilter bester Qualität.

Wir erzielten auf diese Weise ein mehr oder weniger schwach getrübtes Filtrat. Von diesem wurden zweimal je 10 cm^3 in ein kleines Erlenmeyerkölbchen abpipettiert. (Wegen des starken Schäumens der Flüssigkeit beim nachherigen Aufkochen, wobei leicht etwas über den Rand des Kölbchens hinaussteigen kann, ist es zweckmäßiger, sich kleiner Rundkolben zu bedienen.) Sodann wurden 10 cm^3 Ammoniak, bereitet aus käuflichem konzentrierten (spezifisches Gewicht 0·90), durch Verdünnung auf das Zehnfache hergestellt, zugefügt und nun die $^n/_{10}$ Silbernitratlösung hinzugesetzt. Ursprünglich hielten wir uns auch darin genau an Czapek's Vorschrift, daß wir die Probe tatsächlich nur bis zum Aufkochen erhitzten; da es sich aber zeigte, daß bei solchem Verfahren sehr oft, namentlich bei Lupinen, nur eine leichte Gelbfärbung erzielt wurde, die erst bei längerem Kochen in ein schwaches Braun überging, wurde in den meisten Fällen die Flüssigkeit einige Minuten kochend erhalten. Nach dem Abkühlen wurde das kolloidale Silber,[1] welches in der Flüssigkeit, dieselbe mehr oder weniger stark bräunend, gelöst geblieben war, durch Zusatz von fünf Tropfen einer 10prozentigen $CaCl_2$-Lösung und zehn Tropfen einer 10prozentigen $(NH_4)_2CO_3$-Lösung ausgeflockt. Von einem

[1] Da wir kaum jemals einen Silberniederschlag, sondern höchstens leichte Braunfärbung der Probe erzielten, nahmen wir an, das reduzierte Silber habe sich in kolloidaler Modifikation in der Flüssigkeit gelöst.

Silberniederschlag konnten wir nur in einem oder zwei Fällen etwas wahrnehmen und, wenn nach dem Kochen in der bräunlichen Flüssigkeit feste Teilchen schwimmend wahrgenommen wurden, rührten sie meistens von koaguliertem Eiweiß her. Daher kam es auch, daß die nunmehr abfiltrierte Flüssigkeit in keinem einzigen Falle farblos erhalten werden konnte, wenn es auch durch wiederholtes Filtrieren und Verwendung eines drei- bis vierfachen Filters schließlich möglich war, das Filtrat wenigstens klar zu erhalten. Die durchfiltrierte Flüssigkeit erschien wohl gegenüber der gekochten Probe viel lichter, war aber, wie erwähnt, nie farblos zu erhalten. Dazu mag auch der Umstand beigetragen haben, daß sich bekanntlich Pflanzensäfte, besonders in ammoniakalischer Lösung, schon an und für sich braun färben und daß die Fähigkeit, sich braun zu färben, auch durch längeres Kochen nicht immer aufgehoben werden kann.

Anfangs legten wir der konstanten Gelbfärbung des Filtrates wenig Bedeutung bei, da wir als Kriterium einer Silbernitratreduktion, die zur quantitativen Bestimmung verwendbar wäre, das deutliche Fallen eines Niederschlags von metallischem Silber oder wenigstens intensive Braunfärbung der Probe ansehen zu müssen glaubten.

Das Filtrat derartiger, mit Silbernitrat behandelter Proben erschien zwar stets lichter, zeigte sich aber nie vollständig farblos. Beim nachträglichen Zusatz von Silbernitrat und Aufkochen der Probe stellte sich meistens wieder eine etwas dunklere Färbung ein, die wir zunächst auf neu reduziertes Silber zurückführen zu sollen glaubten, die aber jedenfalls nicht, wie die Salzsäureprobe in der Regel ergab, auf ausgeschiedenes Silber zu beziehen ist, sondern wahrscheinlich auf die natürliche Braunfärbung des ammoniakalisch gemachten Preßsaftes.

Auf diese Weise wurden anfänglich immerhin recht erhebliche Mengen Silbernitrat verbraucht; das Ende der Reaktion allerdings war auf diese Art nie mit endgültiger Schärfe festzustellen, sondern blieb mehr vom subjektiven Ermessen des Experimentators abhängig. Infolgedessen entschlossen wir uns später, eine völlige Entfärbung der Flüssig-

keit gar nicht abzuwarten, sondern schon nach dem ersten Zusatz von Silbernitrat einige Tropfen des Filtrates gesondert in einer Eprouvette aufzufangen, nach Zusatz eines Tropfens Lackmustinktur die Probe mit Salzsäure zu machen und durch eventuelle Erzielung eines Niederschlags von AgCl Überschuß oder Manko an Silbernitrat zu konstatieren. Selbstverständlich überzeugten wir uns von der Identität des erhaltenen Niederschlags mit Chlorsilber durch Auflösen in Ammoniak und Wiederfällen mit Salpetersäure.

Czapek bemerkt, daß der Extrakt von 100 Lupinenwurzeln gewöhnlich etwa 5 *cm*³ der $^{n}/_{10}$ Silbernitratlösung verbraucht[1] und daß man jedenfalls, ohne einen Überschuß befürchten zu müssen, sofort 1 *cm*³ $^{n}/_{10}$ $AgNO_3$ zusetzen kann. Ferner soll die Farbendifferenz zweier Proben bereits approximative Beurteilung der Differenz im Gehalte an reduzierender Substanz gestatten. Demgegenüber muß konstatiert werden, daß sehr oft auffallende Unterschiede in der Färbung zweier Proben beobachtet wurden, während das Ergebnis der Titration oft genau die gleichen Zahlen lieferte. Die dunklere Färbung zeigte sich bald in den Proben aus gereizten, bald in den ungereizten Wurzeln, meist allerdings in ersteren.

Zunächst wurden ganz nach Czapek's Vorgang Lupinen in der vorher beschriebenen Weise verarbeitet. Als Beispiel diene eine Versuchsreihe vom 20. April 1908: Verwendet 100 Wurzelspitzen; zu 10 *cm*³ des filtrierten wässerigen Wurzelbreies wurde 1 *cm*³ $^{n}/_{10}$ $AgNO_3$ zugesetzt, die Flüssigkeit erschien nach dem Kochen leicht bräunlich, HCl ergab sofort weißen Niederschlag von AgCl; 1 *cm*³ $^{n}/_{10}$ $AgNO_3$ bedeutete hier also schon einen Überschuß.

Der Versuch wurde in den folgenden Tagen mehrfach in derselben Anordnung wiederholt, nur daß statt 1 *cm*³ nur mehr 0·5 *cm*³, respektive 0·3 *cm*³ zugesetzt wurden. In jedem Falle ließ sich mit HCl ein Niederschlag erzielen. Nur in einem Fall (Versuch vom 19. Jänner 1909) lieferte die Probe nach Zusatz von 0·5 *cm*³ $AgNO_3$ mit HCl noch keinen Niederschlag, der aber nach Zugabe von 0·8 *cm*³ sicher zu konstatieren war.

[1] L. c., p. 374.

Wir verzichten darauf, die zahlreichen Versuche in extenso mitzuteilen, welche alle für einen Extrakt aus 2 *mm* langen Wurzelspitzen von *Lupinus albus* ein minimales, 0·5 cm^3 $^n/_{10}$ $AgNO_3$ jedenfalls nicht überschreitendes Reduktionsvermögen gegenüber Silbernitrat erwiesen. Was den Vergleich von Extrakten aus gereizten und ungereizten Wurzelspitzen anbelangt, so sei gleichfalls aus der Zahl unserer Versuche mit gleichem Ergebnis der folgende vom 30. April 1908 herausgegriffen:

Es wurden zu den Versuchen, welche ganz in der oben beschriebenen Weise durchgeführt wurden, einerseits geotropisch gereizte, andrerseits ungereizte Spitzen verwendet. Zusatz von $^n/_{10}$ $AgNO_3$ in beiden Proben = 0·6 cm^3. In beiden Proben ergab HCl einen Niederschlag. Nach Zusatz von 0·3 cm^3 erfolgte keine deutliche Trübung mit HCl, ein Unterschied zwischen gereizter und ungereizter Probe ergab sich jedoch nicht.

Ein einziges Mal (beim Versuch vom 3. Februar 1909) hatte es den Anschein, als ob die Probe aus gereizten Wurzeln nach Behandlung mit 0·5 cm^3 $^n/_{10}$ $AgNO_3$ noch keinen Niederschlag mit HCl liefern würde, wohl aber die Probe aus ungereizten Spitzen, während das nach Zusatz von 0·6 cm^3 bei beiden Proben, gereizten und ungereizten, bereits der Fall war.

Da unsere bisherigen Ergebnisse den Angaben Czapek's in diesem grundlegenden Punkte widersprachen, wandten wir uns an Herrn Prof. Dr. A. Franke vom II. chemischen Universitätsinstitut, welcher die Freundlichkeit hatte, die Titration bei einem derartigen Versuch mit Lupinen selbst durchzuführen, wofür wir Herrn Prof. Franke auch an dieser Stelle unseren herzlichsten Dank aussprechen möchten.

Ganz in Übereinstimmung mit uns fand der Genannte, daß der Extrakt aus 100 Wurzelspitzen bei *Lupinus albus*, und zwar sowohl aus gereizten als aus ungereizten Wurzeln nicht einmal 0·5 cm^3 $^n/_{10}$ $AgNO_3$ verbrauchte, indem in beiden Proben nach dem genannten Silbernitratzusatz mit HCl bereits Fällung von AgCl erfolgte, und daß zwischen den beiden Flüssigkeiten aus gereizten und ungereizten Wurzeln keine Differenz im Titer zu erkennen sei. Auch hier trat beim bloßen

Aufkochen keinerlei Verfärbung der Flüssigkeit und erst nach längererem Kochen einige Bräunung ein, so daß von einer quantitativen Bestimmung durch Erzeugung des $CaCl_2$-$(NH_4)_2CO_3$-Niederschlages, Abfiltrieren des »umhüllten Silbers« und Weiterführung der Titration nicht die Rede sein konnte.

Bessere Erfahrungen machten wir mit *Vicia Faba,* denn die viel fleischigeren Wurzeln lieferten in ihren Spitzen wenigstens so viel reduzierendes Material, daß wir in einigen Fällen deutliche Schwärzung der Probe nach dem Kochen mit ammoniakalischer Silberlösung konstatieren konnten. Allerdings erschien das Filtrat trotz aller Sorgfalt immer braungelb,[1] auch wirkte die gelbgrüne Fluoreszenz der Flüssigkeit störend.

Als merkwürdig möchten wir hier hervorheben, wie verschieden sich die einzelnen Proben bezüglich ihrer Reduktionskraft verhielten; dieselbe schwankte zwischen $0 \cdot 3\,cm^3\ ^n/_{10}\,AgNO_3$ und $1 \cdot 1\,cm^3\ ^n/_{10}\,AgNO_3$ für je 50 Wurzelspitzen. Hier war es auch, wo wir in zwei Fällen — allerdings eine verschwindende Zahl bei der großen Reihe von Versuchen — eine außerhalb der Fehlergrenze liegende Differenz in der Reduktionskraft zugunsten der gereizten Wurzelspitzen konstatieren konnten. Die folgenden Zahlen geben die Anzahl der Kubikzentimeter $^n/_{10}\,AgNO_3$, nach deren Zusatz die Probe mit HCl noch negativ verlief, während ein Zusatz von $0 \cdot 2\,cm^3\ ^n/_{10}\,AgNO_3$ mehr mit HCl schon $AgCl$ lieferte.

Datum	Kubikzentimeter $^n/_{10}\,AgNO_3$ verbraucht bei		Zahl der Wurzelspitzen[2]
	gereizten	ungereizten	
12. Mai 1908	0·7	0·4	50
4. Juni 1908	0·9	0·7	50
8. Juni 1908	0·5	0·4	50
17. Juni 1908	1·1	0·7	50
7. März 1909	1·1	1·0	50
1. Mai 1909	0·3	0·4	50
8. Mai 1909	0·3[3]	0·3[3]	50

[1] Nur in einem Falle (Versuch vom 7. März 1909) erhielten wir ein farbloses Filtrat.

[2] Die Zahl der Wurzelspitzen war in den einzelnen Versuchen eine verschiedene und schwankte zwischen 50 und 100 Spitzen. Die angegebenen Titer sind daher durch einfache Proportion auf 50 Spitzen bezogen.

[3] Hier lieferte allerdings HCl schon einen Niederschlag.

Da wir angenommen haben, daß möglicherweise durch das unvermeidliche längere Stehen der abgeschnittenen Wurzelspitzen eine Verminderung im »Homogentisinsäure«-Gehalte durch die fortwirkende Oxydase stattfinden könnte, führten wir einen Versuch mit Lupinen in der Weise aus, daß wir die abgeschnittenen Wurzelspitzen direkt in kochenden Alkohol übertrugen. Das Resultat wich von den vorher beschriebenen in keiner Weise ab.

Schließlich möge noch das Resultat eines zweimal mit demselben Erfolg durchgeführten Versuches mitgeteilt werden, bei welchem ganz nach Czapek's Vorschrift die in einem Hofmeister-Schälchen bei 110° getrockneten, mit der Glasschale zerriebenen Wurzelspitzen von Lupinen am Rückflußkühler mit absolutem Alkohol 4 Stunden lang extrahiert, der Alkohol am Wasserbad verjagt, der Rückstand mit einer bestimmten Quantität Wassers aufgenommen und in der gewohnten Weise titriert wurde. Der in Wasser lösliche Anteil des Alkoholextraktes verbrauchte bei Verwendung von 200 Wurzelspitzen sowohl in der Probe aus gereizten als aus ungereizten Spitzen weniger als 0·4 cm^3 $^n/_{10}$ $AgNO_3$, nach deren Zusatz HCl bereits den AgCl-Niederschlag ergab.

Auch bei der Titration des Alkoholextraktes aus Wurzelspitzen von *Vicia Faba* zeigte sich kein Unterschied zwischen gereizter und ungereizter Probe.

Unsere Versuche führten uns demnach zu folgenden Ergebnissen:

1. Die absolute Menge der reduzierenden Substanzen aus der Wurzelspitze von *Lupinus albus* und *Vicia Faba* ist bei dem von uns verwendeten Material eine minimale und bleibt weit hinter den von Czapek gefundenen Werten zurück.

2. Eine konstante Differenz im Gehalt an reduzierender Substanz zwischen gereizten und ungereizten Wurzeln zugunsten der ersteren ließ sich nicht ermitteln.

In diesem Punkte stimmen unsere Versuche mit den Befunden Grottian's überein. Worauf die Differenzen mit den Ergebnissen Czapek's zurückzuführen sind, entzieht sich

unserer Beurteilung. Daß jedoch bei der absolut geringen Menge reduzierender Substanz eine quantitative Ermittlung von Differenzen im Reduktionsvermögen nicht möglich ist, kann nicht überraschen.

In einigen Fällen dürften die Angaben Czapek's über die Größe des Reduktionsvermögens, wenn wir die diesbezüglichen Daten richtig interpretieren, zu hoch gegriffen sein. Wir wollen beispielsweise einen mit *Sinapis alba* durchgeführten Versuch herausgreifen, welchen Czapek (l. c., p. 423) folgendermaßen beschreibt: »Zur Aufstellung der beiden Proben dienten je 100 der belichteten und verdunkelt gehaltenen Wurzeln. Die verriebenen Wurzelspitzen erhielten einen Zusatz von 50 cm^3 reduzierenden Wurzelextraktes (10 $cm^3 = 2 \cdot 3$ cm^3 $^n/_{10}$ $AgNO_3$) und 30 cm^3 Wasser außer Chloroform. Anfangsvolum 80 cm^3, Anfangstiter $1 \cdot 8$ cm^3 $^n/_{10}$ $AgNO_3$ pro 5 cm^3.« Aus diesen Daten läßt sich leicht die Quantität $^n/_{10}$ $AgNO_3$ ermitteln, welche von den 100 Wurzelspitzen allein reduziert wurde.

Das Gesamtvolumen von 80 cm^3 reduzierte offenbar $16 \times 1 \cdot 8$ $cm^3 = 28 \cdot 8$ cm^3 $^n/_{10}$ $AgNO_3$. 50 cm^3 Wurzelextrakt + 30 cm^3 Wasser verbrauchen $5 \times 2 \cdot 3$ $cm^3 = 11 \cdot 5$ cm^3 $^n/_{10}$ $AgNO_3$. Die Wurzelspitzen allein würden demnach reduzieren $28 \cdot 8 - 11 \cdot 5 = 17 \cdot 3$ cm^3 $AgNO_3$. Berechnen wir den »Homogentisinsäure«-Gehalt mit Hilfe des von Czapek[1] ermittelten Faktors $1 \cdot 23$, so ergibt sich für 100 Wurzelspitzen ein Gehalt von $0 \cdot 0213$ *g* »Homogentisinsäure«. Das Frischgewicht von 100 Wurzelspitzen ermittelten wir bei einer Wägung mit $0 \cdot 0176$ *g*; es bleibt demnach wesentlich hinter dem berechneten Gehalt an Homogentisinsäure zurück, ein Beweis, daß offenbar dieser bedeutend niedriger gelegen sein muß. Ähnliche Überlegungen lassen eine ganze Reihe von Experimenten, für welche die entsprechenden Daten vorliegen, zu.

Die Antifermentreaktion haben wir bisher noch nicht zu untersuchen Gelegenheit gefunden, wir hoffen, in einer späteren Mitteilung darauf zurückkommen zu können.

---

[1] Ber. der Deutsch. bot. Gesellsch., Bd. XX, H. 8, p. 466.